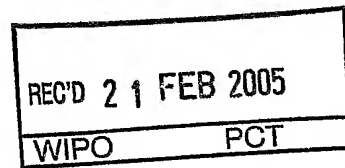


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

03.02.2005

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 007 455.0

Anmeldetag:

13. Februar 2004

Anmelder/Inhaber:

corpus.e AG, 70178 Stuttgart/DE

Bezeichnung:Optische Erfassung der Raumform von Körpern und
Körperteilen mit optisch teilweise nicht einsehbaren
Partien**IPC:**

G 01 B, A 61 B, A 61 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 20. Dezember 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag
Strenne



Patentanmeldung: Optische Erfassung der Raumform von Körpern und Körperteilen mit optisch teilweise nicht einsehbaren Partien

W
Die optische Erfassung der 3-dimensionalen Form von Körpern und Körperteilen mit Hilfe von sog. 3D-Scanner entwickelt sich zu einer wichtigen Technologie bei der Produktion von an den menschlichen Körper angepassten Produkten wie Bekleidung, Schuhwerk, Sportstützen, orthopädische und medizinische Hilfen u.ä.. Die Verfügbarkeit sehr kostengünstiger, auf der Kombination von Bildverarbeitung und Photogrammetrie beruhenden Verfahren macht diese Technik insbesondere für orthopädische Anwendungen interessant. In der EP 0760 622 des Erfinders Robert Massen wird das grundsätzliche Verfahren eines besonders kostengünstigen 3D Scanners beschrieben, bei welchem das zu digitalisierende Körperteil mit einem elastischen Überzug versehen wird, welcher photogrammetrisch auswertbare Marken trägt. Mit Hilfe einer oder mehrerer nur grob positionierten Kameras werden überlappende Bilder aufgenommen und aus dem Verbund dieser 2D Bilder automatisch ein 3D Modell des Körperteils erstellt. Unter der Bezeichnung „3D Image“ wird dieses Verfahrens bereits von der Firma Bauerfeind-Phlebologie AG aus Zeulenroda eingesetzt, um angepasste Kompressionsstrümpfe herzustellen (www.bauerfeind-phlebologie.de).

Wie bei allen optischen 3D Scanner hat aber auch dieses Verfahren die Beschränkung, daß nur solche Teile eines Körpers digitalisiert werden können, welche von den Kameras bildhaft erfasst werden. Bei photogrammetrischen Verfahren müssen alle zu digitalisierende Körperteile sogar aus mindestens zwei Ansichten bildhaft erfasst werden, um aus den 2D Bildern das 3D Modell berechnen zu können. Die nicht einsehbaren Körperpartien fehlen im 3D Modell.

Diese fehlenden Partien sind beispielsweise bei der Herstellung von Oberschenkelprothesen ein starke Einschränkung. Der anzupassende Schaft umfasst den gesamten Oberschenkel und muss insbesondere im Bereich des Ramus (Beckenknochen im Damm-Bereich) einen festen und zum Ramus-Knochen in der Winkelstellung genau ausgerichteten physischen Kontakt haben. Dieser Bereich ist optisch aber nicht einsehbar. Er wird beim traditionellen Verfahren des Gipsabdrucks manuell vom Orthopäden abgetastet, um die Raumlage und Raumform des Ramus auf die Gipsform zu übertragen. Diese manuell erfassten Daten liegen nicht

-2-

in numerischer Form vor und sind damit nur sehr schwierig in ein automatisch erzeugtes 3D Teil-Modell nachzutragen. Die automatische Erfassung der Raumform des gesamten Oberschenkels zur Herstellung besonders gut passender Prothesenschäfte ist damit nur eingeschränkt möglich.

Ein weiterer, bei den heutigen optischen 3D Scanner nicht zufriedenstellend gelöster Anwendungsfall ist die Ermittlung der Raumform für die massgenaue Fertigung oder Maßselektion von Kompressionsstrümpfen bei fettleibigen Patienten, bei welchen der Bereich zwischen den Oberschenkeln für Kameras nicht einsehbar ist. In diesem Fall fehlen die benötigten genauen Umfangsmaße an diesen Stellen. Im optisch vollständig erfassten Unterschenkelbereich hingegen können die Umfangsmaße mit hoher Genauigkeit aus dem (dort vollständigen) 3D Modell ermittelt werden. Eine reine Extrapolation im nicht-einsehbaren Bereich des Oberschenkels ist ungenau, da der Querschnitt keine einfache Kreis- oder Ellipsenform aufzeigt.

A Es besteht daher ein grosses wirtschaftliches Interesse daran, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welche bei dem optischen 3D Scannen von Körperteilen die von den optischen Systemen nicht einsehbaren Körperteile im erzeugten 3D Modell nicht auslässt, sondern hierfür zumindestens räumliche Teilinformationen gleichzeitig mit den vollständigen Rauminformationen der vom 3D Scanner einsehbaren Körperteile erzeugt.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß zur optischen Erfassung der Raumform von Körpern und Körperteilen mit mindestens einem 3D Digitalisierer an die von dem mindestens einen 3D Digitalisierer nicht einsehbaren und vermeßbaren Körperpartien formschlüssig mindestens eine formhaltige Meßhilfe so angebracht wird, dass diese in den von dem mindestens einen optischen 3D Digitalisierer einsehbaren Meßraum hineinragt, daß diese mindestens eine Meßhilfe zumindest an einigen Stellen ihrer sich im einsehbaren Meßraum befindlichen Teilen mit von dem mindestens einen 3D Digitalisierer auswertbaren Markierungen versehen ist, daß diese Markierungen sich in einer bekannten Raumlage bezüglich der übrigen Teile der Meßhilfe befinden, daß die Raumlage und die Markierungen dieses für den mindestens einen 3D Digitalisierer sichtbaren Teils der Meßhilfe zusammen

-3-

mit der Raumform der übrigen, einsehbaren Körperpartien ermittelt wird, daß geometrische Informationen wie Höhe, Winkel, Umfang, Krümmung u.ä. des oder der nicht-einsehbaren Körperteile aus der gemessenen Raumlage des sichtbaren Teils der mindestens einen Meßhilfe ermittelt werden und daß diese Informationen zur ergänzenden Beschreibung der wegen der nicht-einsehbaren Partien unvollständig digitalisierten Raumform an diesen Stellen verwendet werden.

B Dieser Erfindungsgedanke wird beispielhaft, aber nicht einschränkend, anhand von zwei Anwendungen aus dem Bereich der Orthopädie beschrieben:

- a) der Bestimmung von Rauminformationen aus dem (nicht-einsehbaren) Bereich des Ramus (in der Nähe des Damms) bei dem 3D Scannen von einem Oberschenkel zur Fertigung eines passenden Schaftes für eine Oberschenkelprothese
- b) der Bestimmung des Umfangs des (nicht vollständig einsehbaren) Oberschenkels bei fettleibigen Patienten zur Fertigung von angepassten Kompressionsstrümpfen und Kompressionsstrumpfhosen

Hierzu werden folgende Abbildungen benutzt:

Fig. 1 zeigt in der Ansicht von vorne die optisch nicht einsehbare Partie des Ramus bei einem Patienten, welcher eine Oberschenkelprothese benötigt.

Fig. 2 zeigt eine starre Meßhilfe welche vom Ramus aus bis in den einsehbaren Teils des Meßbrauns hineinragt und wobei dieser Teil mit photogrammetrisch auswertbaren Marken versehen ist.

Fig.3 zeigt eine Meßhilfe in Form eines verstellbaren Ringes, welcher auf der einsehbaren Oberfläche mit photogrammetrisch auswertbaren Marken versehen ist und über einen ebenfalls markierten Gurt zur Umfangsbestimmung an den nicht einsehbaren Stellen des Oberschenkels verfügt.

Fig. 4 zeigt einen Patienten für die Kompressionsstrumpfversorgung, bei dem die Oberschenkelpartie nicht einsehbar ist, und bei welchem über einen markierten Gurt das Umfangsmaß im nicht einsehbaren Oberschenkelbereich mit einem 3D Scanner ermittelt wird.

-4-

Der eine Oberschenkelprothese benötigende Patient wird traditionell so versorgt, daß manuell ein Gipsabdruck von dem Oberschenkel abgenommen wird. Hierbei drückt der Orthopäde fachmännisch den noch weichen Gips im Bereich des Ramus manuell in die passende Position, entsprechend der individuellen lokalen Anatomie des männlichen oder weiblichen Patienten.

Für den Fall des automatischen 3D Digitalisierens des Oberschenkelstumpfes möchten wir den Erfindungsgedanken am Beispiel des 3D Digitalisierens mit einer 3D-Technologie nach der og. EP 0760 622 beschreiben. Diese Technik wird unter dem Markennamen „The MagicalSkin Scanner®“ von der Firma corpus.e AG, Stuttgart kommerzialisiert (siehe www.corpus-e.com). Es ist selbstverständlich, daß der Erfindungsgedanke nicht auf diese spezielle, auf der Photogrammetrie beruhende 3D Digitalisier-Technologie beschränkt ist, sondern ebenso auf 3D Digitalisierer, welche nach dem Streifenprojektions-Verfahren, nach dem Lasertriangulations-Verfahren, nach dem Silhouettenschnitt-Verfahren oder anderen, dem Fachmann bekannte 3D Digitalisier-Methoden beruhen, anwendbar ist.

Nach Fig. 1 wird der Gliedstumpf -1- des aufrecht auf einer photogrammetrisch markierten Bodenplatte stehenden Patienten mit einem elastischen, mit photogrammetrisch auswertbaren Marken versehenen elastischen Überzug -2- bekleidet. Die Marken sind nur beispielhaft angedeutet; sie können aus verschiedenartig codierten Mustern bestehen, welche dem Fachmann der Photogrammetrie bekannt sind. In der DE 101 13 211.5 des Erfinders Robert Massen sind verschiedene, besonders für eine automatische Auswertung geeignete photogrammetrische Markierungssysteme beschrieben welche sich sowohl für die Markierung der Bodenplatte als auch für die Markierung des elastischen Überzugs eignen. Der Patient steht auf der mit photogrammetrischen Marken versehenen Platte -3-, welche das Weltkoordinatensystem definiert und gleichzeitig einen absoluten Maßstab darstellt, welcher für die Gewinnung absoluter XYZ Koordinaten benötigt wird. Bei der für diese Technologie üblichen Aufnahme des markierten Stumpfes durch eine Reihe von ringsum aufgenommen Bildern mit einer Digitalkamera bleibt der Bereich zwischen den beiden Oberschenkeln nicht einsehbar. Von dieser Körperpartie können daher keine 3D Daten gewonnen werden.

-5-

Insbesondere fehlt die Höhenkoordinate -4- des Ramus-Knochen im Bereich des Dammes und der Ramus-Winkel α -5- unter dem der den Prothesenschaft aufliegt und beim späteren Tragen der Prothese einen signikanten Teil des Körpergewichtes aufnimmt.

Erfindungsgemäß wird nach Fig. 2 eine längliche, nach oben abknickende Meßhilfe -6- an der Innenseite des Oberschenkelstumpfes -1- und in Höhe des Dammes in physischem Kontakt mit dem Ramus so befestigt, daß sie in Richtung des Ramuswinkel aus dem nicht-einsehbaren Bereich in den einsehbaren Außenraum hereinragt. Durch den Knick wird erreicht, daß das sichtbare, markierte Ende -7- der Meßhilfe sich in einer Raumstellung befindet, welche keine der zu digitalisierende Körperpartien abdeckt, im vorliegenden Beispiel der Unterbauch. Die Befestigung kann beispielsweise mit Hilfe eines Klettverschlusses an den elastischen Überzug geschehen.

Das frei sichtbare Ende der Meßhilfe wird gleichzeitig mit den einsehbaren Körperpartien beim Digitalisiervorgang erfasst und die genaue Raumlage der Markierungen sowohl der Meßhilfe als auch der einsehbaren Körperteile bestimmt. Da die Hilfe formstarr ist, kann von den XYZ Koordinaten dieser Markierungen auf die benötigten räumlichen Teilinformationen wie Höhe und Winkelage des Ramus-Knochens geschlossen werden. Damit liegen zwar keine vollständige XYZ Daten der nicht-einsehbaren Körperpartie vor, wohl aber räumliche Teilinformationen wie Höhe, Winkelrichtungen usw., welche zur passenden Fertigung des Schaftes die fehlenden Stellen im vom 3D Digitalisierer ermittelten 3D Modell ergänzen.

Erfindungsgemäß wird durch die Befestigung der Meßhilfe unter Druck auf den Ramus-Knochen gleichzeitig erreicht, daß Raumkoordinaten für einen anatomischen Teil gewonnen werden, welcher sich unterhalb des Fettgewebes befindet und damit prinzipiell nicht aus dem auf dem Fettgewebe aufliegenden markierten Überzug bestimmt werden könnte, auch wenn dieser Bereich einsehbar wäre.

In einer weiteren beispielhaften Ausprägung des Erfindungsgedanken nach Fig. 3 wird eine photogrammetrisch markierter, im Umfang einstellbarer Hilfsring -8- als Meßhilfe über den markierten Überzug -2- in die Position des endgültigen Schaftanschlusses gebracht und dort -

-6-

am Ramus Winkel ausgerichtet. Durch Anpassung des Durchmessers mit Hilfe einer ebenfalls markierten Gurtkonstruktion -9- wird der Hilfsring an die Oberschenkelweite angepasst.

Die Markierungen auf der Oberfläche dienen dazu, die Raumkoordinaten und damit die Raumlage des Hilfsringes bezüglich des Weltkoordinatensystems und damit indirekt auch bezüglich des markierten Oberschenkelstumpfes zu bestimmen. Da das 3D Modell des markierten Hilfsringes von seiner CAD Konstruktion her bekannt ist und über die Position der Gurtmarken sein individuell an den Oberschenkel angepasster Durchmesser durch den 3D Digitalisierer bestimmbar ist, kann das in einem CAD Rechner hinterlegte 3D Modell des Hilfsringes leicht auf den individuellen Durchmesser des Patienten umgerechnet werden. Da gleichzeitig die Raumlage des Hilfsringes zum digitalisierten Stumpf bekannt sind, liegen alle 3D Informationen vor, um einen individuellen Prothesenschaft beginnend mit dem Stumpfende und bis zum Ramus reichend automatisch zu fertigen.

Ein weiterer Erfindungsgedanke ist es, den markierten Hilfsring aus semi-plastischem photogrammetrisch markiertem Material herzustellen. Dieses Material wird vom Orthopäden wie ein weicher Gips an den Oberschenkel angeformt und behält nach der händigen Verformung seine Raumform zumindestens kurzzeitig für die Dauer der Digitalisierung bei. Der 3D Digitalisierer ermittelt zumindestens für den einsehbaren Teil des Oberschenkels damit diejenige Raumform, welche ein das Fettgewebe komprimierender, endgültige Schaft einnehmen muss. Der nicht einsehbare Teil wird z.B. wie oben beschrieben durch eine in den einsehbaren Meßraum hereinragende Meßhilfe bestimmt, welche zweckmäßigerweise am Hilfsring befestigt ist und beispielsweise unter dem Ramus-Winkel in den einsehbaren Meßraum hinein ragt.

Ein weiterer Erfindungsgedanke ist es, das Meßmittel unter Last, d.h. durch die nicht einsehbaren Körperteile belastet, anzubringen. Dies kann bei einer vertikalen Belastung z.B. dadurch geschehen, daß das Meßmittel gegenüber der Bodenplatte, auf welcher der Patient während der 3D Digitalisierung steht, mit Hilfe einer Stütze abgestützt ist. Bei einer

M

-7-

radialen Belastung durch beispielsweise die bewußte Kompression des Oberschenkels mit Hilfe einer ringförmigen Meßhilfe wird das Auffangen der Last durch den zum Einstellen des Durchmessers angebrachten Gurt erreicht. In beiden Beispielen wird erreicht, daß die gewünschten für Raumkoordinaten unter Körperlast, d.h. ähnlich wie beim späteren Tragen der Prothese, mit dem 3D Digitalisierer ermittelt werden können und damit eine wesentlich genauere Beschreibung der für die Herstellung des angepassten Prothesenteils erforderlichen Raumform liefern als bei einer Digitalisierung eines unbelasteten Stumpfes.

Als zweites Beispiel zur Erläuterung des Erfindungsgedanken wird die paßgenaue Herstellung von Kompressionsstrümpfen oder Kompressionsstrumpfhosen für fettleibige Patienten besprochen. Wir gehen beispielhaft ebenfalls davon aus, daß für das 3D Digitalisieren die „MagicalSkin Scanner ®“ Technologie eingesetzt wird. Bei solchen Patienten ist nach Fig. 4 der Bereich zwischen den Oberschenkeln -10- nicht mehr einsehbar. Für die Maßfertigung bzw. Maßselektion passender Kompressionstrümpfe muß der Umfang der Beine in verschiedenen Höhen bekannt sein. Da die Querschnittsform eines Beines keinesfalls kreisförmig oder elliptisch ist, sind die genauen Umfangsmaße aus einem nur unvollständigen 3D Modell nur ungenau zu ermitteln.

Erfindungsgemäß wird für diesen Anwendungsfall mindestens ein markierter, nicht dehnbarer Gurt -11- verwendet, welcher im nicht-einsehbaren Bereich den Oberschenkel umschlingt. Aus der Lage der Gurtmarkierungen -12- kann sowohl die Raumlage als auch der Umfang über den 3D Digitalisierer ermittelt werden. Damit liegt ein wichtiges Umfangsmaß vor, welches aus dem dem im Oberschenkelbereich nicht vollständigen 3D Modell nicht genau ableitbar ist.

Diese drei Beispiele sind nicht einschränkend zu verstehen. Der Erfindungsgedanke erfasst alle möglichen 3D Digitalisier- Technologien, alle möglichen zu digitalisierende Körper und Körperteile sowohl von Lebewesen als auch von der unbelebten Natur als auch alle möglichen markierten Hilfsmittel welche geeignet sind, räumliche Informationen aus den nicht einsehbaren Körperpartien in den von einem 3D Digitalisierer einsehbaren Meßraum überzuleiten und welche gleichzeitig mit der Raumform der einsehbaren Körperteilen mit erfasst werden.

-8-

Die Markierungen an dem Hilfsmittel können sowohl aus absolut oder relativ codierten Marken, farbcodierten Marken, durch über bestimmte Hintergrundfarben codierte Marken oder durch eine bestimmte gegenseitige Anordnungen codierte Marken bestehen. Bei 3D Digitalisierer, welche Muster aufprojizieren wie z.B. Streifenprojektions-Digitalisierer oder Laser-Triangulationsdigitalisierer, kann das Aufbringen photogrammetrisch codierter Marken auf das Hilfsmittel entfallen und besondere Formteile des Hilfsmittels wie z.B. sein Rand als Raummarkierung verwendet werden. Das Hilfsmittel muß aber eine ausreichende optische Reflexion besitzen, damit diese aufprojizierten Marken von dem optischen 3D Digitalisierer ausgewertet werden können. Das frei in den Meßraum hineinragende Ende stellt beispielsweise eine von dem 3D Digitalisierer erfassbare Raumposition dar, welche sich in einer bekannten Raumposition zum am Körperteil fixierten Teils der Meßhilfe befindet und bildet daher im Sinne des Erfindungsgedanken eine „Marke“. Damit kann von dieser messbaren Position im Meßraum auf die nicht-messbare Position des nicht einschiebaren Körperteils zurück gerechnet werden.

Da auch projizierende 3D Digitalisierer Kameras einsetzen, können von den Kameras miterfasste kontrastreiche Markierungen am einschiebaren Teil der Meßhilfe genau wie bei nicht projizierenden photogrammetrischen Verfahren hilfreich sein, die genau Raumposition des sichtbaren Teils der Meßhilfe im erzeugten 3D Modell zu bestimmen.

13

Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Erfassung der Raumform von Körpern und Körperteilen mit teilweise nicht einsehbaren Partien, dadurch gekennzeichnet daß

daß zur optischen Erfassung der Raumform von Körpern und Körperteilen mit mindestens einem 3D Digitalisierer an die von dem mindestens einen 3D Digitalisierer nicht einsehbaren und vermeßbaren Körperpartien formschlüssig mindestens eine formhaltige Meßhilfe so angebracht wird, dass diese in den von dem mindestens einen optischen 3D Digitalisierer einsehbaren Meßraum hineinragt, daß diese mindestens eine Meßhilfe zumindest an einigen Stellen ihrer sich im einsehbaren Meßraum befindlichen Teilen mit von dem mindestens einen 3D Digitalisierer auswertbaren Markierungen versehen ist, daß diese Markierungen sich in einer bekannten Raumlage bezüglich der übrigen Teile der Meßhilfe befinden, daß die Raumlage und die Markierungen dieses für den mindestens einen 3D Digitalisierer sichtbaren Teils der Meßhilfe zusammen mit der Raumform der übrigen, einsehbaren Körperpartien ermittelt wird, daß geometrische Informationen wie Höhe, Winkel, Umfang, Krümmung u.ä. des oder der nicht-einsehbaren Körperteile aus der gemessenen Raumlage des sichtbaren Teils der mindestens einen Meßhilfe ermittelt werden und daß diese Informationen zur ergänzenden Beschreibung der wegen der nicht-einsehbaren Partien unvollständig digitalisierten Raumform verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß

die Meßhilfe aus einem starren Material besteht welches so an die nicht einsehbare Körperpartie fixiert wird, daß die Raumlage dieser Körperpartie aus der 3D Digitalisierung des in den Meßraum hineinragenden markierten Teils der Meßhilfe berechnet werden kann

14

-2-

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß

die Meßhilfe manschetten-förmig ist und den einsehbaren und nicht einsehbaren Teil eines annähernd zylindrischen, nur teilweise einsehbaren Körperteils umspannt, daß der Umfang der Manschette über einen markierten Gurt so eingestellt wird, daß sie eng an dem annähernd zylindrischen Körper anliegt, daß die Position des markierten Gurtes so gewählt ist, daß er in den einsehbaren Meßraum hineinragt und daß aus der gemeinsamen 3D Digitalisierung des Körperteils, der Manschette und des markierten Gurtes der Umfang des Körperteils an der Stelle der Meßhilfe ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet daß

daß die markierte Meßhilfe zumindestens teilweise aus einem semi-plastischen Material besteht, vor der 3D Digitalisierung manuell an die Raumform des zu digitalisierenden nicht-einsehbaren Gliedstumpfes angeformt wird und nach der Anformung zumindest für die Dauer des 3D Digitalisierens diese Raumform beibehält.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet daß

der zu digitalisierende Körperteil ein Gliedstumpf ist, welcher gemeinsam mit der Meßhilfe digitalisiert wird

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet daß

der zu digitalisierende Körperteil ein durch ein Kompressionstextil zu versorgender Körperteil ist, welcher gemeinsam mit der Meßhilfe digitalisiert wird

15

-3-

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet daß

der zu digitalisierende Körper oder das zu digitalisierende Körperteil mit einem elastischen, eng anliegenden Überzug bekleidet ist, welcher photogrammetrisch auswertbare Marken aufzeigt, daß das in den von dem mindestens einen 3D Digitalisierern erfassbaren Meßraum hineinragende Teil der mindestens einen Meßhilfe photogrammetrisch auswertbare Marken aufzeigt, daß diese Marken so gestaltet sind, daß sie sich mit den Verfahren der Bildverarbeitung und/oder Photogrammetrie von denjenigen des elastischen Überzugs unterscheiden lassen und daß die markierte Meßhilfe gemeinsam mit den einsehbaren Körperpartien photogrammetrisch digitalisiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5 und 7, dadurch gekennzeichnet daß

das zu digitalisierende Körperteil ein Gliedstumpf ist und die Meßhilfe ein mechanisch durch Verformung und/oder Veränderung des Durchmessers an den Gliedstumpf anpassbarer Formring ist

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet daß

der Formring auf seiner Oberfläche mit photogrammetrisch auswertbaren Marken versehen ist welche sich von denen des elastischen markierten Überzugs unterscheiden lassen und daß die Raumlage des Formrings gemeinsam mit der Raumform des Gliedstumpfes durch den mindestens einen 3D Digitalisierer erfasst wird.

-4-

10. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet daß

ein Körper oder Körperteil mit teilweise nicht-einsehbaren Partien sich in einem Meßraum befindet, daß mindestens ein optischer 3D Digitalisierer die Raumform der einsehbaren Körperpartien erfasst wird, daß an mindestens einer der nicht von dem mindestens einen 3D Digitalisierer erfassten Partien mindestens eine formstarre Meßhilfe formschlüssig angebracht ist und daß ein Teil dieser Meßhilfe in den von dem mindestens einen 3D Digitalisierer erfassten Bereich des Meßraumes hineinragt, daß die von dem mindestens einen 3D Digitalisierer ermittelten Raumkoordinaten sowohl der einsehbaren Partien des Körpers oder Körperteils als auch des sichtbaren Teils der Meßhilfe an einen Rechner übergeben werden und daß der Rechner aus der gespeicherten Raumform der Meßhilfe, der bekannten Position der Marken der Meßhilfe bezüglich des am nicht-einsehbaren Körperteils fixierten Teils der Meßhilfe und aus der Raumposition der einsehbaren Teile des digitalisierten Körpers oder Körperteils geometrische Informationen über die Höhe, Winkel, Umfang, Krümmung u.ä. der nicht einsehbaren Körperpartien ermittelt und daß diese geometrischen Informationen zur Ergänzung der wegen der nicht-einsehbaren Partien unvollständig digitalisierten Raumform verwendet werden.

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen 3D Digitalisierung von Körpern und Körperteilen beschrieben, welche nicht einsehbare und daher von 3D Digitalisierer nicht erfassbare Partien aufzeigen. Ein mechanisches Hilfsmittel wird an diesen Partien fixiert und ragt in den vom 3D Digitalisierer einsehbaren Meßraum hinein. Es ist an diesem einsehbaren Teil mit Marken versehen und wird gleichzeitig mit den übrigen, einsehbaren Körperteilen digitalisiert. Aus der Raumlage der Markierungen dieser Hilfsmittel kann auf wichtige geometrische Informationen der nicht einsehbaren Teile wie deren Raumlage, Umfangsmaße usw. zurückgerechnet werden und damit das an diesen Stellen unvollständige 3D Modell des Körpers oder Körperteils ergänzt werden. Es werden zwei Anwendungen aus der Orthopädie beispielhaft beschrieben.

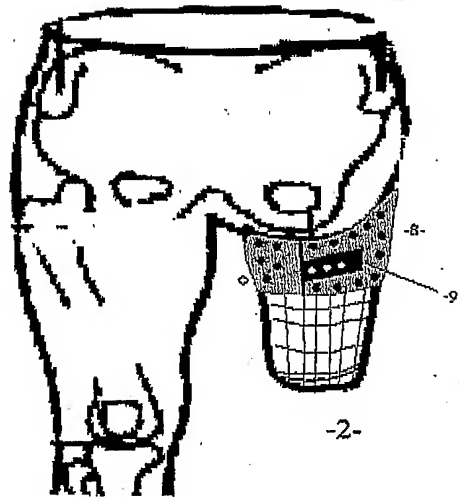


Fig. 3

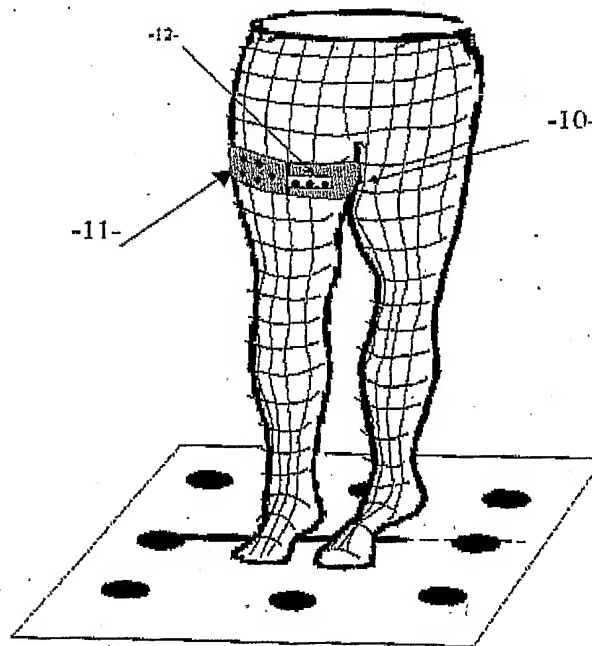


Fig. 4